

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月 6日

出願番号

Application Number:

特願2002-228121

[ST.10/C]:

[JP2002-228121]

出願人

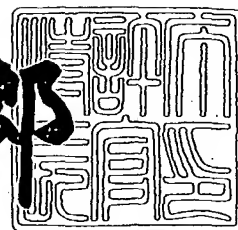
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 1月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3000105

【書類名】 特許願

【整理番号】 0240328

【提出日】 平成14年 8月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01P 5/00

【発明の名称】 高周波回路の監視装置、および高周波回路の監視方法

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 山中 一典

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 中澤 勇夫

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 志垣 雅文

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 甲斐 学

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100092152

 【弁理士】

【氏名又は名称】 服部 毅巖

【電話番号】 0426-45-6644

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009874

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705176

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高周波回路の監視装置、および高周波回路の監視方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高周波の信号スペクトルを持つ高周波電気信号を入出力し、かつ低温で動作する高周波回路の監視装置において、

監視用高周波信号を空間伝搬させ、入力された電気信号と共に混合信号として出力する入力側結合回路と、

前記電気信号に対する周波数応答の監視対象とし、前記混合信号を入力して所定の処理を行い出力する高周波回路と、

前記高周波回路から入力された前記混合信号から、空間伝搬してくる前記監視用高周波信号を受信する出力側結合回路と、

を有することを特徴とする高周波回路の監視装置。

【請求項 2】 前記入力側結合回路は、酸化物超伝導体の平面回路型伝送線路を用い信号通過回路を形成し、前記平面回路型伝送線路の近傍に監視周波数の最大周波数に対応する $1/4$ 波長より小さい寸法のオープンエンド型アンテナ部を有したプローブを設けることを特徴とする請求項 1 記載の高周波回路の監視装置。

【請求項 3】 前記平面回路型伝送線路は、基板の材質として、酸化マグネシウム、酸化セリウムコートサファイア、チタン酸ストロンチウム、ランタンアルミネート、チタン酸マグネシウムの何れか 1 種類以上を用いることを特徴とする請求項 2 記載の高周波回路の監視装置。

【請求項 4】 前記酸化物超伝導体は、銅を含んだ銅酸化物超伝導体であることを特徴とする請求項 2 記載の高周波回路の監視装置。

【請求項 5】 前記出力側結合回路は、酸化物超伝導体の平面回路型伝送線路を用い信号通過回路を形成し、前記平面回路型伝送線路の近傍に監視周波数の最大周波数に対応する $1/4$ 波長より小さい寸法のオープンエンド型アンテナ部を有したプローブを設けることを特徴とする請求項 1 記載の高周波回路の監視装置。

【請求項 6】 前記高周波回路の出力信号を前記出力側結合回路により検出

する検波回路を更に設けることを特徴とする請求項5記載の高周波回路の監視装置。

【請求項7】 前記検波回路は、前記プローブからの出力を半導体ダイオードにより入力することを特徴とする請求項6記載の高周波回路の監視装置。

【請求項8】 前記入力側結合回路を用いて監視用高周波信号を注入する発振回路を更に設けることを特徴とする請求項1記載の高周波回路の監視装置。

【請求項9】 さらに、前記高周波回路の入力信号が前記監視用高周波信号注入回路を通過して前記高周波回路に入力されるように接続し、前記高周波回路の動作周波数域の信号スペクトルを走引できる周波数可変の高周波の発振回路の出力信号を、前記監視用高周波信号注入回路を通して前記高周波回路に入力することを特徴とする請求項8記載の高周波回路の監視装置。

【請求項10】 高周波の信号スペクトルを持つ高周波電気信号を入出力し、かつ低温で動作する高周波回路の監視方法において、

入力側結合回路により、監視用高周波信号を空間伝搬させ、入力された電気信号と共に混合信号として出力し、

前記電気信号に対する周波数応答の監視対象とした高周波回路により、前記混合信号を入力して所定の処理を行い出力し、

出力側結合回路により、前記高周波回路から入力された前記混合信号から、空間伝搬してくる前記監視用高周波信号を受信する、

ことを特徴とする高周波回路の監視方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は準マイクロ波、マイクロ波、またはミリ波の信号スペクトルを持つ高周波電気信号を入出力し、かつ低温で動作する高周波回路の監視装置、および高周波回路の監視方法に関し、特に低挿入損失で高周波回路の周波数応答の動作を監視する高周波回路の監視装置、および高周波回路の監視方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、通信分野では、移動体通信または衛星通信を用いた高品質画質や高品質映像等の大容量データ伝送の必要性から、高周波数帯域かつ高品質な通信が可能となる通信システムの開発が求められている。このような通信システムを実現する要素技術としては、信号の損失が小さく、小型かつ軽量である通信用フィルタや高周波回路も必要不可欠である。しかし、これら通信用フィルタや高周波回路では、準マイクロ波、マイクロ波、あるいはミリ波等の信号スペクトルを持つ高周波の電気信号を扱うために、通信システム全体においても回路内の周波数応答が所定通りになっているかどうかは課題の一つとなる。

【0003】

このような状況の中で、回路内の周波数応答を確認／補正するために、準マイクロ波、マイクロ波、またはミリ波等の高周波の信号スペクトルを持つ電気信号に対して、周波数応答の監視を行う必要がある。なお、数十K程度の低温で動作する高周波受動回路として酸化物超伝導体を構成要素として用いた回路がある。

【0004】

例えば、高周波の信号スペクトルを持つ電気信号を入出力し、かつ90K以下の低温で動作するアナログ信号やデジタル信号を扱う高周波回路において、周波数応答の監視の方法としては、次の方法がある。

【0005】

(1) 実験的に周波数応答を試験する方法を用いることができる。この方法の一つとして、該当の周波数を測定範囲に持つ信号発生器とスペクトラムアナライザを用意し、被対象の高周波回路の入力と出力に、回路に応じた接続、ないし方向性結合器、アイソレータ、あるいは電力分配器などを必要に応じ用い測定回路を形成し、該信号発生器と該スペクトラムアナライザをトラッキング動作させ周波数応答を測定し、監視する方法。

【0006】

(2) 他の周波数応答を試験する方法として、該当の周波数を測定範囲に持つ発振器とアナライザとがシステム化されたネットワークアナライザ、方向性結合器、アイソレータ、および電力分配器などを必要に応じ用い測定回路を形成し、監視する方法。

【0007】

(3) 入力が必要な高周波回路の場合、方向性結合器、信号分配器等で出力信号を分けて、該高周波回路の出力をスペクトラムアナライザで監視する方法。

(4) 時間応答の監視方法としては、(1)、(2)項のアナライザの代わりに10数GHz程度の帯域ではサンプリングオシロスコープで監視する方法。

【0008】

(5) デジタル信号が入力の場合、信号発生器としてデジタル信号発生器を用いる方法。

(6) 高周波回路の出力を方向性結合器、信号分配器等に接続し、出力を監視する方法。

【0009】

(7) 高周波回路の入力に方向性結合器、結合器等のテスト信号注入のための回路を接続し、入力にテスト信号を入れる方法。

上記の(1)～(7)の各項において、方向性結合器、結合器、分配器等の監視のためのコンポーネントは、通常、低温動作する高周波回路を収めたクライオスタットの外部の室温または室温に近い自然環境の温度にあり、クライオスタット内部の高周波回路の入出力と接続する方法があげられる。

【0010】

また一方、酸化物超伝導体を用いた受動回路として、銅酸化高温超伝導体の膜を基板に形成し、平面型回路（マイクロストリップライン型回路、コプレーナ型回路など）により、高周波フィルタなどの回路を形成する技術があげられる。

【0011】

そして、結晶性が良好で適切な銅酸化高温超伝導体膜材料を選べば、準マイクロ波、マイクロ波等で、通常の電気良導体の銅、銀、金、アルミニウム等と比べ低エネルギー損失（高Q）にできることが知られており、さらに、実用の点で課題があるが、動作温度をLHe温度(4.2K)付近とすることで、理論的には、通常の電気良導体に対し、ミリ波以上（0.3THz以上）でも優位性が議論できる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、準マイクロ波、マイクロ波、またはミリ波等の高周波の信号スペクトルを持つ電気信号を入出力し、かつ100K以下の低温で動作し、導体部分に電磁界を集中し信号を伝送する方式の伝送線路により入出力を行う高周波回路において、実験的なレベルでは、前述の(1)～(7)のような技術で、高周波回路の周波数応答の監視が可能であるが、パッケージした該高周波回路自体が数百ccから数cc程度の大きさであっても、実験的に監視する回路計測システムは、通常、数Lから数百L程度になりかさんでしまう。この容積の多くの部分(例えば、計測結果を示すスペクトラムアナライザの表示部)は、周波数応答の監視内容や方法を限定すれば不要と考えられる。また、監視のための該高周波回路への監視のための回路による信号の通過損失は、周波数や形態によって異なるが、通常、非超伝導体の導体伝送回路で形成され、高周波回路の入出力と結ぶ同軸等の高周波ケーブル等の通過損失を含めると入力側、出力側それぞれ0.数dB～数dB程度で、損失による信号品質が課題となることがしばしばである。すなわち、ジョセフソン接合を用いた超伝導デジタル回路では入出力部分で監視回路による損失によるファンアウト能力の実質上の低下、小信号を扱うアナログ回路では入力損失による入力信号レベル低下の問題、あるいは、大電力を扱うアナログ回路では、出力監視回路による出力電力損失などがある。また、方向性結合器等で該高周波回路に結合しこの結合度が大きい場合には、該高周波回路の入力信号、出力信号の歪または損失もしばしば問題となっている。

【0013】

本発明の目的は、このような点に鑑みてなされたものであり、監視のための回路を設ける回路による損失を極力低減し、且つより小型な監視のための装置を実現することができる高周波回路の監視装置、および高周波回路の監視方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明では上記課題を解決するために、高周波の信号スペクトルを持つ高周波電気信号を入出力し、かつ低温で動作する高周波回路の監視装置において、監視用高周波信号を空間伝搬させ、入力された電気信号と共に混合信号として出力す

る入力側結合回路と、前記電気信号に対する周波数応答の監視対象とし、前記混合信号を入力して所定の処理を行い出力する高周波回路と、前記高周波回路から入力された前記混合信号から、空間伝搬してくる前記監視用高周波信号を受信する出力側結合回路と、を有することを特徴とする高周波回路の監視装置が提供される。

【 0 0 1 5 】

このような高周波回路の監視装置によれば、まず、入力側結合回路により、監視用高周波信号が空間伝搬され、入力された電気信号と共に混合信号として出力される。次に、高周波回路により、前記電気信号に対する周波数応答の監視対象とされ、前記混合信号が入力されて所定の処理が行われ出力される。そして、出力側結合回路により、前記高周波回路から入力された前記混合信号から、空間伝搬してくる前記監視用高周波信号が受信される。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図 1 は、本発明の高周波回路の監視装置の原理構成図である。本発明の高周波回路の監視装置は、準マイクロ波、マイクロ波、またはミリ波等の信号スペクトルを持つ高周波電気信号を入出力し、かつ低温で動作する場合に適用される。なお、この低温とは、超伝導体の臨界温度未満を示し、例えば 8 0 K 以下程度である。

【 0 0 1 7 】

図 1 に示すように、高周波回路の監視装置は、監視用高周波信号と共に混合信号を出力する入力側結合回路 1、監視用高周波信号を発振する発振回路 2、混合信号を入力して所定の処理を行い出力する監視対象の高周波回路 3、入力された混合信号から監視用高周波信号を受信する出力側結合回路 4、および信号を検出する検波回路 5 から構成される。

【 0 0 1 8 】

ここで、入力側結合回路 1 は、酸化物超伝導体から成る平面回路型伝送線路 S 1、オープンエンド型アンテナ部を備えたプローブ P 1 を有している。また、出

力側結合回路 4 は、酸化物超伝導体から成る平面回路型伝送線路 S 4、オープンエンド型アンテナ部を備えたプローブ P 4 を有している。以下、各部について詳細に説明する。

【 0 0 1 9 】

入力側結合回路 1 は、発振回路 2 と高周波回路 3 に接続され、監視用高周波信号と共に混合信号を出力する。なお、入力側結合回路 1 には、酸化物超伝導体の平面回路型伝送線路 S 1 を用い信号通過回路を形成し、この平面回路型伝送線路 S 1 の近傍に監視周波数の最大周波数に対応する $1/4$ 波長より小さい寸法のオープンエンド型アンテナ部を有したプローブ P 1 を設ける。

【 0 0 2 0 】

また、酸化物超伝導体は、希土類元素や銅などを含んだ臨海温度が数十 K 以上の酸化物超伝導体を使用することが、低挿入損失の回路を構成する上で最適である。

【 0 0 2 1 】

さらに、電気信号が入力されない場合、入力側結合回路 1 は監視用高周波信号のみを出力するようにしてもよい。

ここで、入力側結合回路 1 は、電気信号が入力されると、この電気信号は平面回路型伝送線路 S 1（例えば、マイクロストリップライン型の平面回路型伝送線路であり、図 1 では簡単のために伝送線路のグランド側を省略している。以下同様とする。）を通過し監視対象高周波回路 3 へ出力される。この出力の際、入力側結合回路 1 では、発振回路 2 にて発振され、プローブ P 1 を介し放射されて空間伝搬された監視用高周波信号が、電気信号と合波されて混合信号として出力される。

【 0 0 2 2 】

発振回路 2 は、入力側結合回路 1 に接続され、監視用高周波信号を発振（生成）する。ここで、発振回路 2 は、監視用高周波信号を発振すると、プローブ P 1 を介して監視用高周波信号を入力側結合回路 1 内に注入（放射）する。

【 0 0 2 3 】

高周波回路 3 は、入力側結合回路 1 と出力側結合回路 4 に接続され、混合信号

を入力して所定の処理を行い出力する。なお、高周波回路3は、電気信号に対する周波数応答の監視対象とする。ここで、高周波回路3は、入力側結合回路1から混合信号が入力されると、所定の処理を行い出力側結合回路4へ出力する。

【0024】

出力側結合回路4は、高周波回路3に接続され、入力された発信回路2の信号から監視用高周波信号を受信する。なお、出力側結合回路4には、酸化物超伝導体の平面回路型伝送線路S4を用い信号通過回路を形成し、この平面回路型伝送線路S4の近傍に監視周波数の最大周波数に対応する1/4波長より小さい寸法のオープンエンド型アンテナ部を有したプローブP4を設ける。

【0025】

また、酸化物超伝導体は、希土類元素や銅などを含んだ酸化物超伝導体を使用することが、低挿入損失の回路を構成する上で最適である。

さらに、電気信号が入力されない場合、出力側結合回路4は監視用高周波信号のみを入力するようにしてもよい。ここで、出力側結合回路4は、混合信号が入力されると、この混合信号は平面回路型伝送線路S4を通過し出力される。この出力の際、出力側結合回路4では、入力された混合信号から、空間伝搬してくる監視用高周波信号がプローブP4を介して受信され、検波回路5に出力される。

【0026】

検波回路5は、出力側結合回路4に接続され、プローブP4にて受信した信号を検波（検出）する。

つまり、高周波回路の監視装置は、周波数応答の監視の対象とする高周波回路3の出力側に、必要に応じ入力側にも、銅酸化物超伝導体の平面回路型伝送線路を用い信号通過回路を形成する。また、高周波回路の監視装置は、この伝送線路の近傍に監視周波数の最大周波数に対応する1/4波長より小さい寸法のオープンエンド型アンテナ部を有したプローブP4を設けている。さらに、高周波回路の監視装置は、入力側のプローブP1では周波数応答試験用の発振器と、出力側のプローブP4ではこの発振器の出力が高周波回路3を経由して出力された信号を検出するための検波回路5とを設けるようにしたものである。

【0027】

なお、高周波回路3が入力を持たない（電気信号を入力していない）場合、また入力信号が周期的な信号のみに限定され周波数スペクトルの時間変動を無視してもよい場合には、入力側の監視用装置部分は省略できる。

【0028】

また、銅酸化物超伝導エピタキシャル膜を用いた伝送線路を用いた結合回路を用いることで、高周波回路3の入出力信号の結合回路による通過損失は、通常の電気良導体の銅、銀、金、アルミニウムを信号線導体とした場合に比べて、減らすことができる。

【0029】

さらに、結合回路の結合度を小さいものにして、高周波回路3の入力側結合回路1による入力信号、出力側結合回路4による出力信号の歪または損失の影響を低減するために、超伝導の伝送線路の近傍に監視周波数の最大周波数に対応する1/4波長より小さい寸法のオープンエンド型アンテナ部を有したプローブP1、P4を設け、これらの部分の周囲を金属パッケージでシールドする。このアンテナを伝送線路に対して向きと距離とを必要に応じて配置することで、入出力信号の影響を小さくでき検出も可能な、 10^{-2} 以下（-20dB以下）に結合度を設定にすることができる。例えば、伝送線路の線路方向とプローブP1、P4のアンテナのライン方向を直交させた場合、電界による結合の確度依存が極小となる。また1/4波長以下のオープンエンド型アンテナ部とすることで、結合度の波長依存性が1/4波長型とする場合に比べ、共振点が外れるため弱められ、該結合回路の動作を容量性にでき、プローブP1、P4の配置の設計にかかる時間も短縮可能となる。

【0030】

また、高周波回路3に電気信号を入力しない場合は、単に監視用高周波信号の検出のみで監視が可能であるが、高周波回路3に電気信号を入力して動作させている場合、同時の監視方法として、以下の方法があげられる。

【0031】

(1) 高周波回路として急峻な周波数遮断特性を有するバンドパスフィルタとした場合、少なくとも通過帯域内の周波数を避け、-20dB以下の監視用の正

弦波（ないしコーム状）信号を入力側の監視用発振器から発生させプローブから該高周波回路に入力する。そして、高周波回路 3 の出力側のプローブ P 4 により、監視用信号を検出するようにする。

【 0 0 3 2 】

（2）間欠的に（時分割的に）、入力信号と監視用高周波信号の注入を切り替えるようにする。

（3）入力信号が C D M A （Code Division Multiple Access）信号の場合、監視用信号発生器として、この入力信号と直交する C D M A 信号発生器を用いるようにする。

【 0 0 3 3 】

上記した回路構成において、信号源の出力信号の周波数走引と同期して、検波回路 5 の出力電圧をみれば、該高周波回路の出力振幅の周波数応答に対応した値が解釈できる。

【 0 0 3 4 】

図 2 は、高周波回路の監視装置の回路図である。ここで、監視対象の高周波回路が入力 1 ポート、出力 1 ポートで、動作温度が 70 K 付近の場合の回路ブロック等を用いている。なお、図中の線上の小○印は、同軸コネクタ同士の接続部で、1 対で同軸コネクタの信号ピンとグランド端子とを表している。

【 0 0 3 5 】

高周波回路の監視装置は、入力側結合回路 1 0 a、出力側結合回路 1 0 b、監視対象高周波回路 2 0、クライオスタットの断熱用容器 3 0、電圧制御周波数可変型の発振器 4 0、検波回路 5 0 から構成される。ここで先ず、クライオスタットの断熱用容器 3 0 には、クライオスタットの断熱用容器外にて電気信号を伝送する同軸ケーブル C 1 ～ C 4、クライオスタットの断熱用容器内にて電気信号を伝送する同軸ケーブル C 1 1 ～ C 1 4 が接続される。この同軸ケーブル C 1 ～ C 4 や同軸ケーブル C 1 1 ～ C 1 4 は、セミリジッド型を用いる。また、同軸ケーブル C 1 ～ C 4 と同軸ケーブル C 1 1 ～ C 1 4 との結合には、ハーメチックシールの同軸コネクタ C n t 3 1 ～ C n t 3 4 を使用する。

【 0 0 3 6 】

次に、発振器40には、発振周波数1.9～2.1GHzの高周波CW (Continuous Wave) 波を制御電圧により連続的に可変でき、可変のための走引周波数1～10Hzの鋸波を制御電圧として引加し、また外部に出力する機能と、高周波CW波を外部制御によりスイッチ動作する機能とを有した回路を用いる。また、発振器40の出力にはアイソレータを設けてある。さらに、発振器40の直流出力は、発振器40の走引電圧と同期した電圧として外部に出力される。

【0037】

一方、検波回路50には、半導体ダイオードを用いた直流検波回路部の入力側にアイソレータを設け、このアイソレータを経由して検出信号が入力される。

そして、クライオスタットの断熱用容器30には真空容器を使用し、材料には容器壁の主材料にステンレス製を使用する。また、クライオスタットの断熱用容器30の内部は真空引きし、動作中は 10^{-3} Torr以下の値を維持する。さらに、クライオスタットの断熱用容器30内部の冷却部31は、冷却ステージであり、冷凍機の冷却端に設ける。この回路動作中は、60～70Kの範囲の温度に維持する。

【0038】

なお、冷却に必要な構成部品等は省略している。

次に、入力側結合回路10a及び出力側結合回路10bについて、具体的に説明する。ここで、図2における入力側結合回路10aと出力側結合回路10bは同一構成とし、下記説明では結合回路10として説明する。

【0039】

図3は、結合回路の構成図である。また、図4は、図3の結合回路の側断面図である。

結合回路10は、金属パッケージの基板マウント側を示す容器Cs11の内部において、誘電体基板19の下層に形成された超伝導グランド用のベタパターン18の下部が接着材料J11により固定され、超伝導信号線パターン14が誘電体基板19の上層に形成された構成を成す。なお、容器Cs11の上部には、金属パッケージの蓋を示す容器蓋Cs12を載置する。また、容器Cs11の側面には、同軸ケーブルと結合する同軸コネクタCnt11, Cnt12, P11を

有する。以下、各部について詳細に説明する。

【0040】

超伝導信号線パターン14は、酸化物高温超伝導体膜（例えば $0.4\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 厚の $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ 超伝導体膜）で幅 0.5mm のパターンで形成する。この超伝導信号線パターン14には、同軸コネクタC n t 1 1, C n t 1 2の中心ピン11, 17が、接合部12, 16及び電極膜13, 15を介して接続される。

【0041】

超伝導グランド用のベタパターン18は、酸化物高温超伝導体膜（例えば $0.4\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 厚の $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ 超伝導体膜）で形成する。

誘電体基板19は、誘電体の基板であり、厚さ 0.5mm の単結晶 MgO 基板で超伝導膜の堆積面が $\text{MgO}(100)$ となるようにする。なお、誘電体基板19の材質には、酸化マグネシウム、酸化セリウムコートサファイア、チタン酸ストロンチウム、ランタンアルミネート、あるいはチタン酸マグネシウムの何れか1種類以上を用いることが好ましい。

【0042】

接着材料J11は、インジウムシートであり、容器C s 1 1と回路膜パターン等を形成した基板（超伝導グランド用のベタパターン18を形成した誘電体基板19）を固定、熱接触するためのものである。

【0043】

外部導体P112は、セミリジッドケーブルの外部導体であり、同軸コネクタP11のグランド側と電氣的に接続される。

中心導体P111は、外部導体P112の中心導体であり、外部導体P112との組合せによりプローブのアンテナ動作を行う。ここで、中心導体P111の外部導体P112端面からの長さは、 $1/4$ 波長未満にする。また、図3及び図4では、同軸コネクタ、中心導体P111、および外部導体P112を合わせて、図1のプローブP1, P4に対応する。

【0044】

なお、本実施例で使用する超伝導体は、希土類元素や銅を含んだ酸化物超伝導体、具体的には $\text{Bi}_{n1}\text{Sr}_{n2}\text{Ca}_{n3}\text{Cu}_{n4}\text{O}_{n5}$ ($1.8\leq n1\leq 2.2$, $1.8\leq n2\leq 2.2$, $0.9\leq n3\leq 1$)

.2, $1.8 \leq n_4 \leq 2.2$, $7.8 \leq n_5 \leq 8.4$), $Pb_{k1}Bi_{k2}Sr_{k3}Ca_{k4}Cu_{k5}O_{k6}$ ($1.8 \leq k_1 + k_2 \leq 2.2$, $0 \leq k_1 \leq 0.6$, $1.8 \leq k_3 \leq 2.2$, $1.8 \leq k_4 \leq 2.2$, $1.8 \leq k_5 \leq 2.2$, $9.5 \leq k_6 \leq 10.8$), $Y_{m1}Ba_{m2}Cu_{m3}O_{m4}$ ($0.5 \leq m_1 \leq 1.2$, $1.8 \leq m_2 \leq 2.2$, $2.5 \leq m_3 \leq 3.5$, $6.6 \leq m_4 \leq 7.0$), $Nd_{p1}Ba_{p2}Cu_{p3}O_{p4}$ ($0.5 \leq p_1 \leq 1.2$, $1.8 \leq p_2 \leq 2.2$, $2.5 \leq p_3 \leq 3.5$, $6.6 \leq p_4 \leq 7.0$), $Nd_{q1}Y_{q2}Ba_{q3}Cu_{q4}O_{q5}$ ($0 \leq q_1 \leq 1.2$, $0 \leq q_2 \leq 1.2$, $0.5 \leq q_1 + q_2 \leq 1.2$, $1.8 \leq q_2 \leq 2.2$, $2.5 \leq q_3 \leq 3.5$, $6.6 \leq q_4 \leq 7.0$), $Sr_{p1}Ba_{p2}Cu_{p3}O_{p4}$ ($0.5 \leq p_1 \leq 1.2$, $1.8 \leq p_2 \leq 2.2$, $2.5 \leq p_3 \leq 3.5$, $6.6 \leq p_4 \leq 7.0$), $Ho_{p1}Ba_{p2}Cu_{p3}O_{p4}$ ($0.5 \leq p_1 \leq 1.2$, $1.8 \leq p_2 \leq 2.2$, $2.5 \leq p_3 \leq 3.5$, $6.6 \leq p_4 \leq 7.0$)などの何れか1種類以上の酸化物高温超伝導体を用いることが好ましい。

【0045】

上記の構成において、2GHz帯で動作する場合、入力側結合回路10aと出力側結合回路10bのそれぞれのパッケージ内寸法は奥行3cm×幅3cm×2cm程度とし、プローブアンテナ長などを調整することで、結合度は-20dB以下に調整できる。

【0046】

上記によれば、70K程度の低温で動作する高周波回路20の周波数特性の振幅応答において、高周波回路の監視装置は、結合回路の通過損失をそれぞれパッケージ損失、コネクタ損失を含め、2GHz付近では0.1~0.2dB程度の僅かな損失に抑えることができ、高周波回路20のその場の監視動作ができる。また、高周波回路の監視装置は、発振器を動作させることにより、その場で動作試験ができる。例えば、高周波回路20として2GHz付近の中心周波数をもつ超伝導膜を用いたチューナブル型バンドパスフィルタとした場合、高周波回路の監視装置は、その周波数特性の振幅応答を調べ、チューニング制御が行われた状態の良否を監視できる。

【0047】

なお、上記説明した高周波回路の監視装置は、検波回路5にて検出した信号をもとに高周波回路20を制御する制御装置に接続することにより、高周波回路20にて信号を補正させる高周波回路の監視装置として適用してもよい。

【0048】

また、上記の説明では、監視対象のデバイスを高周波回路として説明したが、フィルタ回路等、高いQ値を要する他のデバイスに適用することもできる。

(付記1) 高周波の信号スペクトルを持つ高周波電気信号を入出力し、かつ低温で動作する高周波回路の監視装置において、

監視用高周波信号を空間伝搬させ、入力された電気信号と共に混合信号として出力する入力側結合回路と、

前記電気信号に対する周波数応答の監視対象とし、前記混合信号を入力して所定の処理を行い出力する高周波回路と、

前記高周波回路から入力された前記混合信号から、空間伝搬してくる前記監視用高周波信号を受信する出力側結合回路と、

を有することを特徴とする高周波回路の監視装置。

【0049】

(付記2) 前記入力側結合回路は、酸化物超伝導体の平面回路型伝送線路を用い信号通過回路を形成し、前記平面回路型伝送線路の近傍に監視周波数の最大周波数に対応する1/4波長より小さい寸法のオープンエンド型アンテナ部を有したプローブを設けることを特徴とする付記1記載の高周波回路の監視装置。

【0050】

(付記3) 前記平面回路型伝送線路は、基板の材質として、酸化マグネシウム、酸化セリウムコートサファイア、チタン酸ストロンチウム、ランタンアルミネート、チタン酸マグネシウムの何れか1種類以上を用いることを特徴とする付記2記載の高周波回路の監視装置。

【0051】

(付記4) 前記酸化物超伝導体は、希土類元素を含んだ酸化物超伝導体であることを特徴とする付記2記載の高周波回路の監視装置。

(付記5) 前記酸化物超伝導体は、銅を含んだ銅酸化物超伝導体であることを特徴とする付記2記載の高周波回路の監視装置。

【0052】

(付記6) 前記出力側結合回路は、酸化物超伝導体の平面回路型伝送線路を用い信号通過回路を形成し、前記平面回路型伝送線路の近傍に監視周波数の最大

周波数に対応する1/4波長より小さい寸法のオープンエンド型アンテナ部を有したプローブを設けることを特徴とする付記1記載の高周波回路の監視装置。

【0053】

(付記7) 前記酸化物超伝導体は、希土類元素を含んだ酸化物超伝導体であることを特徴とする付記6記載の高周波回路の監視装置。

(付記8) 前記酸化物超伝導体は、銅を含んだ銅酸化物超伝導体であることを特徴とする付記6記載の高周波回路の監視装置。

【0054】

(付記9) 前記高周波回路の出力信号を前記出力側結合回路により検出する検波回路を更に設けることを特徴とする付記6記載の高周波回路の監視装置。

(付記10) 前記検波回路は、前記プローブからの出力を半導体ダイオードにより入力することを特徴とする付記9記載の高周波回路の監視装置。

【0055】

(付記11) 前記入力側結合回路を用いて監視用高周波信号を注入する発振回路を更に設けることを特徴とする付記1記載の高周波回路の監視装置。

(付記12) さらに、前記高周波回路の入力信号が前記監視用高周波信号注入回路を通過し前記高周波回路に入力されるように接続し、前記高周波回路の動作周波数域の信号スペクトルを走引できる周波数可変の高周波の発振回路の出力信号を、前記監視用高周波信号注入回路を通して前記高周波回路に入力することを特徴とする付記11記載の高周波回路の監視装置。

【0056】

(付記13) 高周波の信号スペクトルを持つ高周波電気信号を入出力し、かつ低温で動作する高周波回路の監視方法において、

入力側結合回路により、監視用高周波信号を空間伝搬させ、入力された電気信号と共に混合信号として出力し、

前記電気信号に対する周波数応答の監視対象とした高周波回路により、前記混合信号を入力して所定の処理を行い出力し、

出力側結合回路により、前記高周波回路から入力された前記混合信号から、空間伝搬してくる前記監視用高周波信号を受信する、

ことを特徴とする高周波回路の監視方法。

【0057】

(付記14) 前記入力側結合回路は、酸化物超伝導体の平面回路型伝送線路を用い信号通過回路を形成し、前記平面回路型伝送線路の近傍に監視周波数の最大周波数に対応する1/4波長より小さい寸法のオープンエンド型アンテナ部を有したプローブを設けることを特徴とする付記13記載の高周波回路の監視方法。

【0058】

(付記15) 前記出力側結合回路は、酸化物超伝導体の平面回路型伝送線路を用い信号通過回路を形成し、前記平面回路型伝送線路の近傍に監視周波数の最大周波数に対応する1/4波長より小さい寸法のオープンエンド型アンテナ部を有したプローブを設けることを特徴とする付記13記載の高周波回路の監視方法。

【0059】

(付記16) 前記高周波回路の出力側において、前記高周波回路の出力信号を前記出力側結合回路により検出する高周波信号検出回路を更に設けることを特徴とする付記13記載の高周波回路の監視方法。

【0060】

(付記17) 前記高周波信号検出回路は、前記プローブからの出力を半導体ダイオードにより入力することを特徴とする付記16記載の高周波回路の監視方法。

【0061】

(付記18) 前記高周波回路の入力側において、前記入力側結合回路を用いて監視用高周波信号を注入する監視用高周波信号注入回路を更に設けることを特徴とする付記13記載の高周波回路の監視方法。

【0062】

(付記19) さらに、前記高周波回路の入力信号が前記監視用高周波信号注入回路を通過し前記高周波回路に入力されるように接続し、前記高周波回路の動作周波数域の信号スペクトルを走引できる周波数可変の高周波の発振回路の出力信号を、前記監視用高周波信号注入回路を通して前記高周波回路に入力することを特徴とする付記18記載の高周波回路の監視方法。

【0 0 6 3】

(付記 2 0) 前記酸化物高温超伝導体は、希土類元素を含んだ酸化物超伝導体であることを特徴とする付記 1 3 記載の高周波回路の監視方法。

(付記 2 1) 前記酸化物高温超伝導体は、銅を含んだ銅酸化物超伝導体であることを特徴とする付記 1 3 記載の高周波回路の監視方法。

【0 0 6 4】

(付記 2 2) 前記平面回路型伝送線路は、基板の材質として、酸化マグネシウム、酸化セリウムコートサファイア、チタン酸ストロンチウム、ランタンアルミネート、チタン酸マグネシウムの何れか 1 種類以上を用いることを特徴とする付記 1 3 記載の高周波回路の監視方法。

【0 0 6 5】

【発明の効果】

以上説明したように本発明では、入力された電気信号を酸化物超伝導体の平面回路型伝送線路を通過させ、監視用高周波信号を空間伝搬させて電気信号との混合信号として高周波回路へ出力し、この混合信号から空間伝搬してくる監視用の高周波信号を受信するようにした。この結果、監視装置の損失を低減し、より小型化できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の高周波回路の監視装置の原理構成図である。

【図 2】

高周波回路の監視装置の回路図である。

【図 3】

結合回路の構成図である。

【図 4】

図 3 の結合回路の側断面図である。

【符号の説明】

1 入力側結合回路

S 1 平面回路型伝送線路

P 1 プローブ

2 発振回路

3 高周波回路

4 出力側結合回路

S 4 平面回路型伝送線路

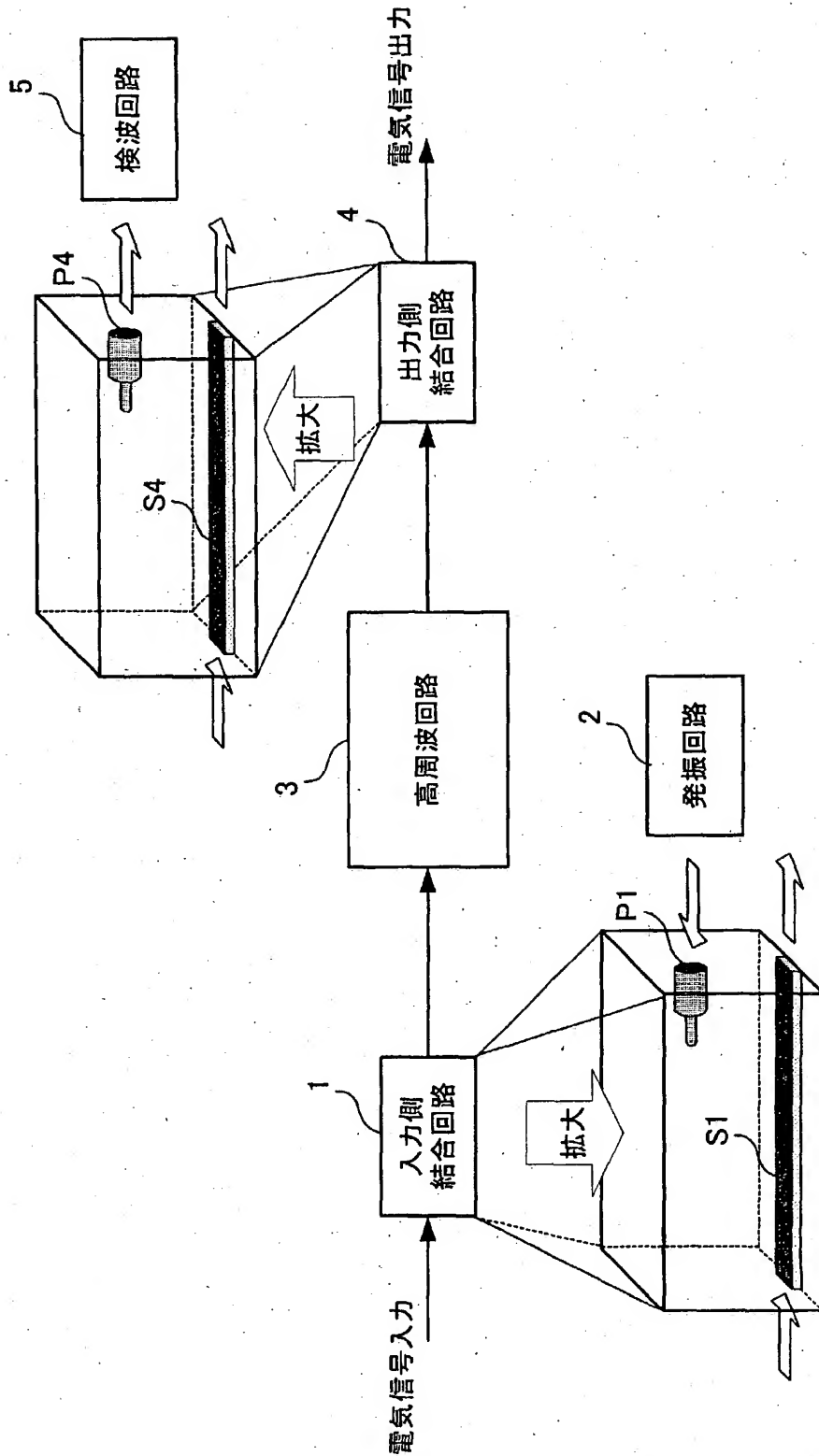
P 4 プローブ

5 検波回路

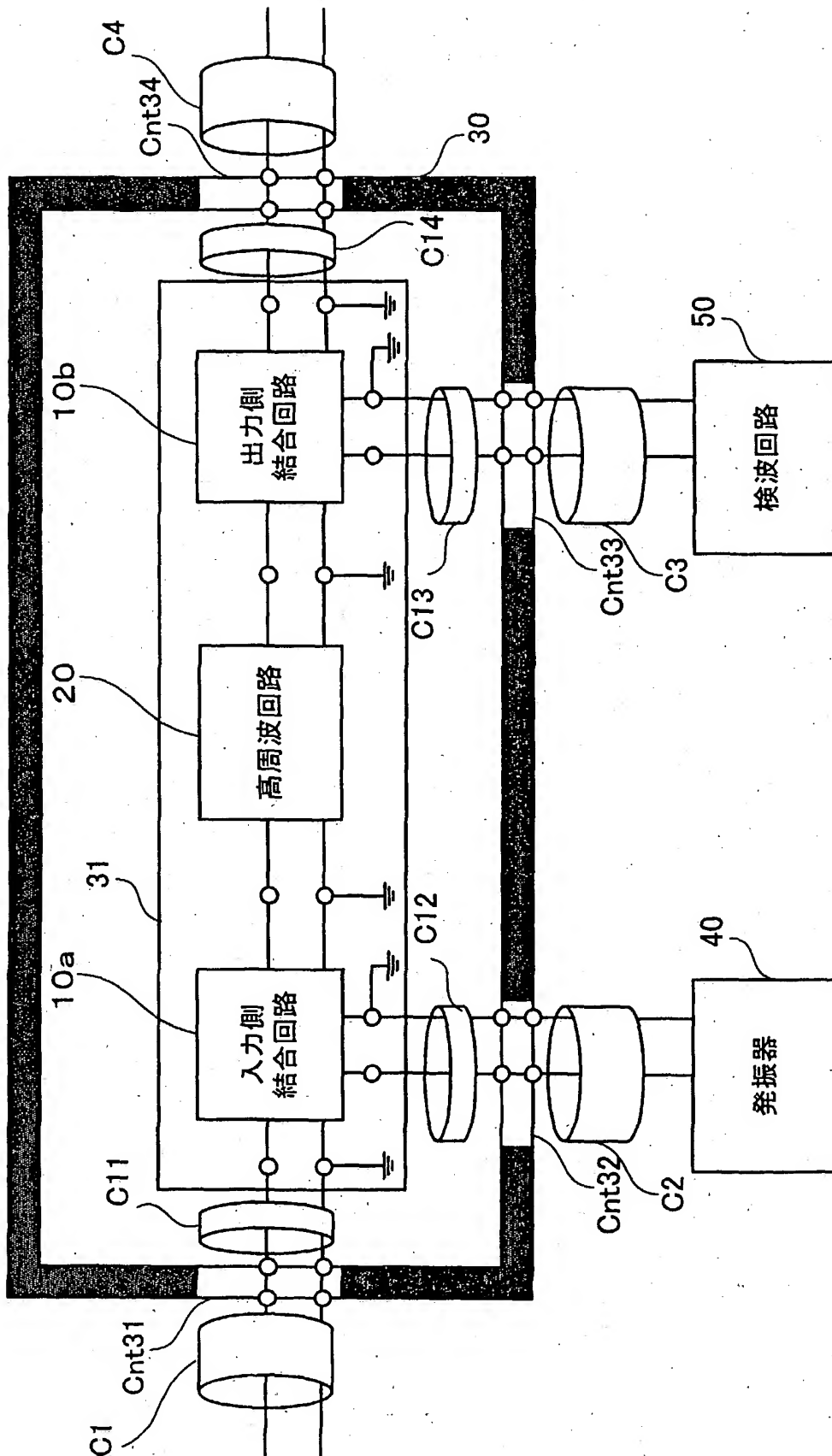
【書類名】

図面

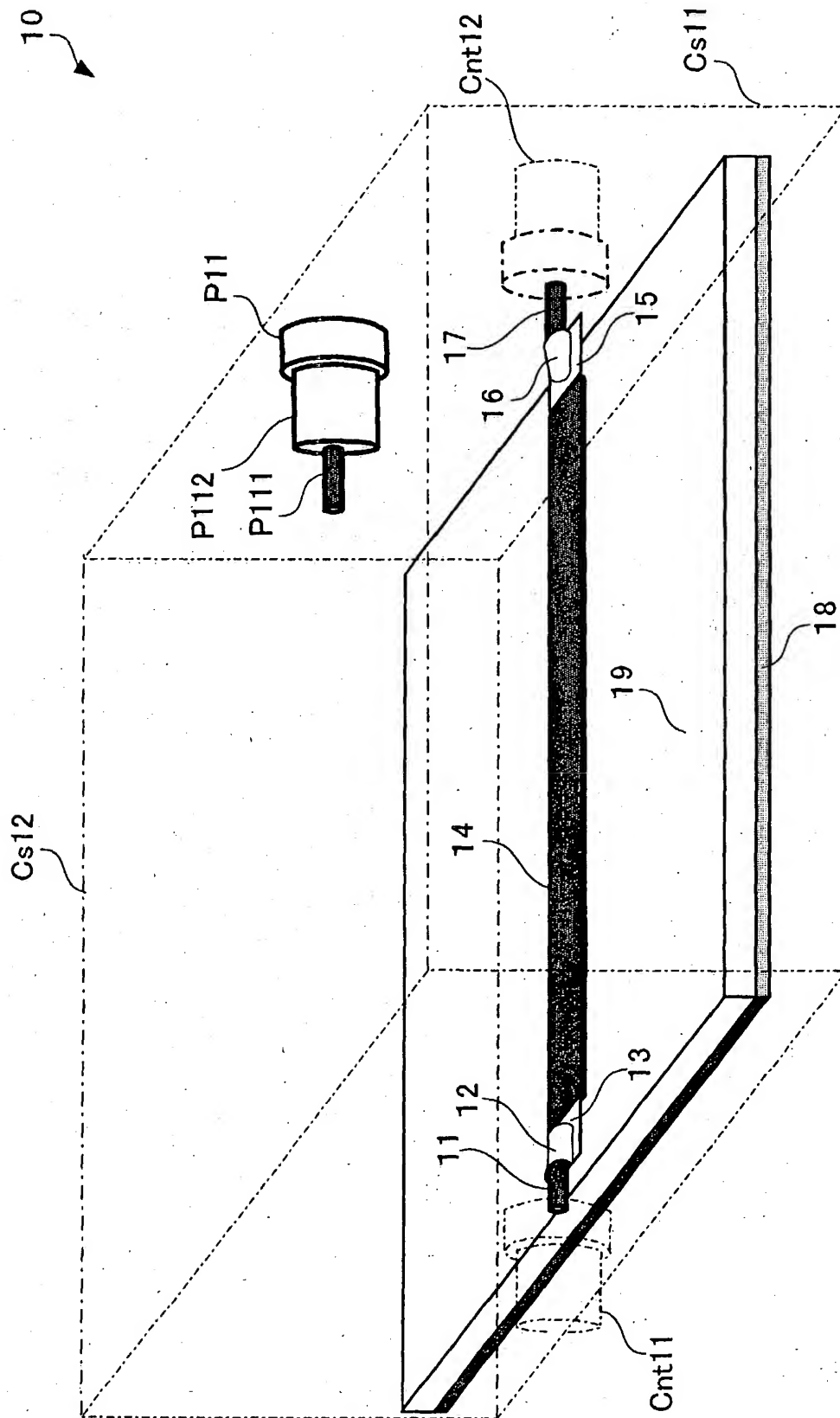
【図1】



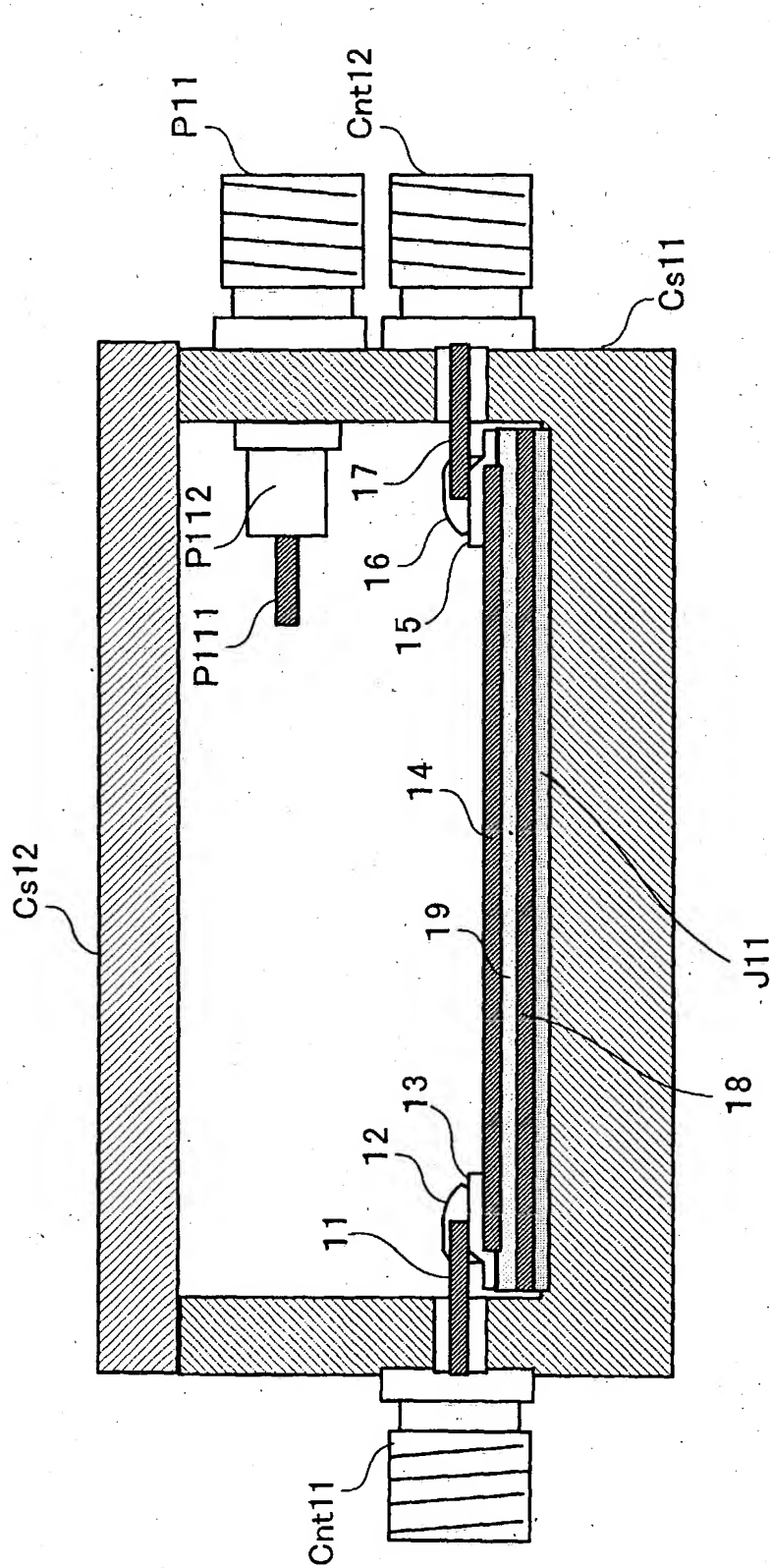
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高周波回路の監視のための回路を設けることによる損失を極力低減し、且つより小型な監視のための装置を実現する。

【解決手段】 入力側結合回路 1 により、監視用高周波信号が空間伝搬され、入力された電気信号と共に混合信号として監視対象高周波回路 3 へ出力される。電気信号に対する周波数応答の監視対象とされる監視対象高周波回路 3 により、混合信号が入力されて所定の処理が行われ出力される。出力側結合回路 4 により、監視対象高周波回路 3 から入力された混合信号から、空間伝搬してくる監視用高周波信号が受信される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社